

(Travail du Laboratoire d'Histologie
de la Faculté de Médecine de Lyon)

**Appréciation de la nocivité
des poussières minérales industrielles
par la méthode
de la biomicroscopie cornéenne**

THÈSE

PRÉSENTÉE

à la FACULTE de MÉDECINE et de PHARMACIE de LYON

et soutenue publiquement le 10 Novembre 1939

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Jean MARTY

Elève de l'Ecole du Service de Santé Militaire

Diplômé d'Hydrologie Thérapeutique et Climatologie

Né le 27 Août 1913, à CANIAC (Lot)



LYON

BOSC Frères M. & L. RIOU

IMPRIMEURS-ÉDITEURS

42, Quai Gailleton, 42

1939

Appréciation de la nocivité
des poussières minérales industrielles
par la méthode de la biomicroscopie cornéenne



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552413_0055

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année Scolaire 1939-1940 — N° 56

(Travail du Laboratoire d'Histologie
de la Faculté de Médecine de Lyon)

**Appréciation de la nocivité
des poussières minérales industrielles
par la méthode
de la biomicroscopie cornéenne**

THÈSE

PRÉSENTÉE

à la FACULTE de MÉDECINE et de PHARMACIE de LYON

et soutenue publiquement le 10 Novembre 1939

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Jean MARTY

Elève de l'Ecole du Service de Santé Militaire

Diplômé d'Hydrologie Thérapeutique et Climatologie

Né le 27 Août 1913, à CANIAC (Lot)



LYON

BOSC Frères M. & L. RIOU

IMPRIMEURS-ÉDITEURS

42, Quai Gailleton, 42

—
1939

PERSONNEL DE LA FACULTE

Doyen honoraire.....	M. L. HUGOUNENQ.
Doyen	M. J. LEPINE.
Assesseur	M. A. MOREL.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. LANNOIS HUGOUNENQ, PIC, CONDAMIN, PAVIOT,
NICOLAS, VILLARD, NOVÉ-JOSSERAND, TIXIER, COLLET, GAYET, CLUZET.

PROFESSEURS

Cliniques médicales.....	MM. FROMENT.
Cliniques chirurgicales.....	SAVY.
Clinique obstétricale et Accouchements.....	PATEL.
Clinique ophtalmologique	BERARD.
Clinique dermatologique et syphiligraphique.....	VORON.
Clinique neurologique et psychiatrique.....	BONNET.
Clinique médicale infantile	FAYRE.
Clinique gynécologique	LEPINE (J.).
Clinique d'oto-rhino-laryngologie	MOURIQUAND.
Clinique urologique	COTTE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.....	REBATTU.
Clinique et prophylaxie de la tuberculose.....	CIBERT.
Clinique des maladies infectieuses.....	TAVERNIER.
Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie.....	COURMONT.
Chimie biologique et médicale.....	J. CHALIER.
Chimie organique et Toxicologie.....	PONTHUS.
Matière médicale et Botanique.....	FLORENCE.
Parasitologie et Histoire naturelle médicale.....	MOREL.
Anatomie	MANCEAU.
Histologie	GUIART.
Physiologie	LATARJET.
Pathologie interne.....	POLICARD.
Pathologie générale et thérapeutique.....	HERMANN.
Anatomie pathologique.....	CORDIER.
Chirurgie opératoire.....	CADE.
Médecine expérimentale et comparée et Bactériologie.....	J.-F. MARTIN.
Médecine légale.....	SANTY.
Hygiène	ARLOING (F.).
Pharmacie et Pharmacologie.....	MAZEL.
Hydrologie thérapeutique et Climatologie.....	ROCHAIX.
	LEULIER.
	PIERY.

PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

Chargé d'un cours d'Anatomie médico-chirurgicale.....	MM. THEVENOT (Léon).
Chargé d'un cours d'Embryologie.....	NOEL.

AGREGES

MM.	MM.	MM.	MM.
GABRIELLE	P. RAVAUULT	CLAVEL	FROMENT (R.).
CHAMBON	PIGEAUD	LEVRAIT	MARTIN (P.E.).
REVOL	CROIZAT	BANSSILLON	MOUNIER-KUHN
ENSELME	DELORE	MALLET-GUY	BROUSSY
SEDALLIAN	JOSSERAND	ROMAN	PIFFAULT
CREYSEL	MORIN	PEYCELON	
DE ROUGEMONT	BERTRAND	JOURDAN	

EXAMINATEURS DE LA THESE

MM. POLICARD, *président* ; MAZEL, *assesseur*,
CHAMBON



La Faculté de Médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

Je dédie ce travail :

A MA MERE, A MON PERE

A MA FEMME

A MES SŒURS ET A MES BEAUX-FRERES

A MES BEAUX-PARENTS

A TOUS LES MIENS

A MES AMIS

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE MÉDECIN GÉNÉRAL A. POLICARD

Professeur d'Histologie à la Faculté

Directeur de l'Ecole du Service de Santé Militaire

Nous ressentons vivement le grand honneur qu'il nous fait en nous confiant le soin de mettre à jour ce travail, qui est son œuvre. Il nous a toujours réservé l'accueil le plus bienveillant. Qu'il veuille bien trouver ici l'hommage de notre très respectueuse et entière reconnaissance.

A NOS JUGES :

MONSIEUR LE PROFESSEUR MAZEL

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ CHAMBON

Hommage respectueux.

A NOS MAÎTRES DES HÔPITAUX
ET DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE LYON

A NOS MAÎTRES
DE L'ÉCOLE DU SERVICE DE SANTÉ MILITAIRE
ET DE L'HÔPITAL MILITAIRE DESGENETTES

A NOS CHEFS

Appréciation de la nocivité
des poussières minérales industrielles
par la méthode de la biomicroscopie cornéenne

POSITION DU PROBLEME

Les problèmes posés par les pneumoconioses constituent l'un des chapitres les plus importants, les moins connus et les plus urgents à résoudre de la Médecine professionnelle. On sait que les affections désignées sous le nom générique de pneumoconioses sont déterminées par la pénétration au niveau du poumon de poussières de diverses natures :

- poussières d'origine animale, provenant du travail de la soie, la plume, la corne ;
- poussières d'origine végétale, provenant du travail du coton, du bois ou du tabac ;
- poussières d'origine minérale enfin, telles que charbon, silice, talc, etc.

Ce sont uniquement ces dernières que nous avons en vue dans ce travail, et ce ne sont pas les moins fréquemment rencontrées dans l'industrie. Nous citerons en particulier le cas des ouvriers travaillant dans les carrières ou dans les exploitations minières, et qui attaquent la roche au marteau piqueur, perforatrice à air comprimé très puissante qui permet

de forer les trous de mine. Les poussières dégagées pendant son fonctionnement sont extrêmement abondantes. Le travail dans des atmosphères plus ou moins empoussiérées se rencontre également dans l'industrie des ciments, du talc, de la faïence et dans une foule d'autres industries.

I. — Nécessité d'un test biologique pour apprécier la nocivité des poussières

C'est un fait d'observation courante que toutes les poussières minérales ne sont pas également nocives. Il est donc d'un intérêt très grand de pouvoir déterminer la capacité nocive d'une poussière minérale donnée. Dans ce but, l'essai biologique des substances minérales utilisées dans l'industrie, sous quelque forme que ce soit, paraît, à beaucoup de points de vue, bien supérieur à la seule analyse chimique, en raison même de son caractère biologique. Les lésions pulmonaires observées dans les pneumoconioses ont pour point de départ les réactions des cellules alvéolaires vis-à-vis des particules minérales. Pour préciser ces réactions, il est utile de déterminer la nocivité de ces poussières, non seulement pour les cellules alvéolaires, mais encore pour d'autres cellules de race conjonctive. En somme, on peut dire que le point fondamental, à la base de ce problème, réside dans le mode d'action des particules vis-à-vis du tissu conjonctif. Et, en pratique médicale industrielle, c'est bien là le point essentiel que désire résoudre l'ex-

pert. En second lieu, il pourra chercher par quel mécanisme un minéral est nocif, quels troubles histopathologiques il provoque, mais il est certain que ceci ne vient qu'en second lieu.

Nous allons voir, à présent, quelles sont les méthodes mises à sa disposition jusqu'à ce jour.

II. — Historique des méthodes expérimentales

De nombreux auteurs se sont attachés à préciser le pouvoir nocif des poussières minérales. Ils ont utilisé pour cela diverses méthodes et des objets d'étude variables. Nous ne passerons en revue dans ce court historique que les principaux procédés :

1. Injections sous-cutanées ;
2. Injections intra-péritonéales ;
3. Injections intra-pleurales ;
4. Injections intra-veineuses ;
5. Injections intra-lymphatiques ;
6. Empoussiérage expérimental, auquel se rattachent les injections intra-trachéales.

1. INJECTIONS SOUS-CUTANÉES.

On peut injecter sous la peau, à une série d'animaux, une suspension stérilisée de poussières dans l'eau ou du sérum physiologique. En sacrifiant les animaux à des intervalles variés, et en faisant l'examen histologique des tissus au lieu de l'injection, il est facile de se rendre compte de l'existence d'altérations des tissus, et de la nature de celles-ci. Parmi

les auteurs qui ont utilisé cette méthode, on peut citer spécialement : Gye et Kettle (1926), L. U. Gardner (1932), Eden et Herbert-Burns (1936), Cummins (1937). Mais la plupart de ces essais n'ont pas eu pour but de fixer une méthode courante d'essai biologique des poussières. Ils tendaient plutôt à préciser certains points des mécanismes d'action de la silice.

2. INJECTIONS INTRA-PÉRITONÉALES.

Les essais d'injection de poussières dans la cavité péritonéale ont été faits non seulement dans un but de recherche, mais encore avec l'intention de créer une méthode courante d'appréciation de la nocivité des poussières. C'est tout spécialement Sayers qui, dès 1924, a cherché à utiliser l'injection intra-péritonéale comme un test rapide pour l'appréciation de la nocivité des poussières. Avec Mac Cord, Miller et Yant, il a pu montrer que, suivant les poussières, on obtenait au niveau du péritoine trois types possibles de réactions :

a) *Réaction inerte.*

Aucune modification ne se produit autour de l'amas de particules injectées.

b) *Réaction d'absorption.*

Il y a formation d'un granulome qui disparaît au bout d'un certain temps sans laisser de traces.

c) *Réaction proliférative.*

Il se produit un granulome qui se sclérose et donne un nodule fibreux persistant.

Cette méthode est biologiquement d'excellente valeur, mais elle est longue (durée nécessaire : trois mois) et nécessite des animaux assez nombreux, si l'on veut suivre en série ce qui se passe et ne pas se contenter d'un seul résultat terminal au bout de trois mois. Dans certains cas même, il faut attendre plus longtemps pour avoir une réponse nette : jusqu'à 360 jours dans quelques cas. Malgré ces inconvénients, la méthode de l'injection intra-péritonéale a constitué jusqu'à présent le meilleur mode d'essai biologique des poussières minérales.

3. INJECTIONS INTRA-PLEURALES.

Ce mode d'essai biologique a été utilisé par Higgins et Lemon (1931) avec le graphite, par Bethune (1935) avec le talc ; par Bradley et First (1938) avec toute une série de poussières. Mais, en fait, l'injection intra-pleurale donne des renseignements identiques à ceux de l'injection intra-péritonéale, tout en étant beaucoup moins commode pratiquement.

4. INJECTIONS INTRA-VEINEUSES.

Les injections dans les veines de suspensions de poussières dans une solution saline ou dans l'huile ont été utilisées par Rona (1924) ; Gardner et Cummins (1933) ; Siegmund (1934) ; Giese (1934 et 1935) ; Simson (1937). Mais il s'agit là, bien plus d'un moyen d'étude expérimentale que d'un procédé d'essai biologique. Ces injections doivent être faites avec beau-

coup de précautions pour ne pas entraîner d'accidents. Les résultats, quand il y en a, se produisent beaucoup plus tardivement et après des injections répétées.

5. INJECTIONS INTRA-LYMPHATIQUES.

C'est le procédé préconisé par C. K. Drinker, M. E. Field et P. Drinker (1934), et par K. Stüber (1934). Il consiste à injecter les poussières dans les troncs lymphatiques de la jambe du Chien. Après quelques jours, on examine les ganglions lymphatiques correspondants, au niveau desquels on note l'image histologique des réactions vis-à-vis des diverses poussières. Ce procédé offre bien l'avantage de la rapidité, mais par contre il présente deux inconvénients. L'emploi du Chien comme animal d'expérience est moins commode que celui du Lapin ou du Cobaye et, d'autre part, l'injection dans les vaisseaux lymphatiques est techniquement assez délicate. En somme, nous ne pensons pas que ce procédé puisse être tenu pour très pratique.

6. EMPOUSSIÉRAGE EXPÉRIMENTAL.

Ce procédé d'essai biologique est bien théoriquement le meilleur. Le danger des poussières minérales résulte de leur action sur le poumon ; il est donc désirable de constater leur effet sur cet organe, par le mode habituel de pénétration, c'est-à-dire par la voie bronchique. Malheureusement l'étude des poussières par cette voie est assez difficile. Elle exige

une quantité considérable de matériel d'essai ; l'empoussiérage des animaux demande une installation assez compliquée ; il faut beaucoup d'animaux ; enfin les réactions pulmonaires sont lentes : plusieurs mois, souvent plusieurs années sont nécessaires pour les constater. Ce procédé, utilisé par un grand nombre d'auteurs en ce qui concerne les recherches pathogéniques, paraît peu apte à la pratique des essais biologiques courants.

Pour simplifier, Kettle a préconisé (1932) l'emploi d'injections intra-trachéales de suspensions de poussières. Cette injection se fait facilement ; elle nécessite peu de poussières. Mais ses conditions s'éloignent passablement de la réalité, comme du reste toutes les méthodes qui utilisent des suspensions de poussières. En pratique, dans les conditions de la clinique, les poussières agissent à l'état sec, sous forme de suspensions dans l'air, ou aérosols, et non sous forme de suspensions dans l'eau ou l'huile.

Signalons enfin, pour mémoire, les injections intratesticulaires chez le Lapin, préconisées par Gardner (1938) et l'addition de poussières à des cultures de cellules *in vitro*. Ce dernier procédé a été utilisé par Soloviev et Pinus (1928) avec de la Terre à diatomées (Kieselguhr) sur des cultures de macrophages de la rate, et par MM. A. Policard, S. Doubrow et M. Boucharlat (1929), avec des poussières siliceuses sur des cultures de poumon d'embryon de poulet. Mais ces méthodes sont très spéciales et semblent mal convenir, jusqu'à présent, à des essais biologiques courants.

LA METHODE DE LA BIOMICROSCOPIE CORNEENNE

L'idée d'utiliser le tissu cornéen pour l'appréciation de la nocivité des poussières minérales revient à MM. A. Policard et J. Rollet, qui, dès 1931, étudièrent par ce moyen l'action de particules de silice. En 1939, ces mêmes auteurs perfectionnèrent la méthode, et étendirent leurs recherches à un certain nombre d'espèces minéralogiques. Ce sont les résultats de leurs expériences, entreprises au Laboratoire d'Histologie de la Faculté de Médecine de Lyon, que nous apportons dans ce travail.

Technique utilisée

L'animal choisi comme sujet d'expérience est le Lapin. Après anesthésie locale par un collyre à la cocaïne, on fait, dans la partie centrale de la cornée, à l'aide d'un couteau lancéolé, une petite fente triangulaire oblique. On y insère une quantité extrêmement faible, quelques fractions de milligramme, portées à l'extrémité d'une aiguille d'oculiste, de la poussière à essayer. Celle-ci est préparée par broyage au mortier d'agate du minéral choisi, en particules de

moins de 5 microns. Ce broyage doit être fait très récemment pour éviter les inconvénients du vieillissement des poussières. Avant l'emploi, on stérilise ces poussières par un chauffage rapide à 110°.

La cornée de l'unique animal opéré est examinée ensuite le lendemain et les jours suivants, à des intervalles de temps réguliers, à l'aide du biomicroscope cornéen, ou microscope oculaire à fente de Gullstrand. Cet examen très aisé, qui appartient à l'ordre de la pratique ophtalmologique la plus courante, permet de se rendre compte, avec la plus grande précision, des réactions successives qui se déroulent dans le parenchyme cornéen sous l'influence des poussières minérales à l'essai.

Caractères des réactions

Quand on insère dans la cornée du Lapin des particules d'un minéral biologiquement inerte, comme c'est le cas de charbons très purs, on constate, dans les heures qui suivent l'insertion, un certain nombre de réactions locales liées au traumatisme opératoire lui-même, si léger qu'il puisse être. C'est en premier lieu, un certain œdème local que le biomicroscope révèle avec netteté ; en second lieu, on peut constater la présence d'une faible infiltration grisâtre, finement ponctuée, de nature cellulaire, qui donne un trouble plus ou moins vague de la cornée au niveau du dépôt minéral lui-même et à quelque distance de celui-ci. Ces processus sont très atténués et durent à

peine deux à trois jours. Au bout de ce temps, la cornée est redevenue parfaitement transparente. Dans le tissu cornéen clair, on distingue avec netteté les corps étrangers minéraux qu'on y a insérés. Tout ceci représente la réaction la plus minime que l'on peut observer. On doit la rattacher au traumatisme de l'opération elle-même.

Tout à fait à l'opposé, certaines poussières minérales produisent au contraire une violente réaction cornéenne. L'œdème est intense, aussi bien localement qu'à distance. Il peut s'étendre jusqu'au limbe où l'on voit des vaisseaux qui commencent à se développer et à se diriger vers le dépôt. Cette réaction intense s'accompagne d'une infiltration locale accentuée, étendue également à distance sur une surface plus ou moins grande. Son apparition est précoce ; elle se confond au début avec la réaction opératoire proprement dite et la prolonge en quelque sorte. Elle peut durer très longtemps, des semaines et des mois même. Elle laisse une taie cicatricielle blanchâtre, souvent rétractée.

Quel que soit le type de réaction, minima ou maxima, l'examen au biomicroscope cornéen permet de suivre avec facilité le sort des particules minérales et de déterminer si elles persistent inattaquées ou si, au contraire, elles sont attaquées et finalement dissoutes. On peut suivre également les processus de migration des grains, quand elle se produit.

Entre ces deux extrêmes s'échelonnent une série de types intermédiaires de réactions dans lesquelles l'œdème et l'infiltration sont plus ou moins mar-

qués, plus ou moins étendus à distance, ou, au contraire, localisés au lieu du dépôt. On peut noter aussi le moment d'apparition plus ou moins précoce de la réaction cornéenne (entre 1 et 10 jours), sa durée plus ou moins longue (entre 10 jours et plusieurs mois) et les reliquats cicatriciels laissés par cette réaction dans la cornée.

Ainsi, avec une grande précision, on peut voir se dérouler toutes les phases de la réaction sur l'animal vivant sans avoir à le sacrifier. Le biomicroscope ne permet pas évidemment des grossissements aussi forts que ceux des examens histologiques ordinaires, mais ceux qu'il fournit (jusqu'à 20 fois en pratique) sont parfaitement suffisants et révèlent les détails essentiels. Un tel examen sur le vivant présente de plus un avantage considérable sur les examens microscopiques ordinaires : celui de révéler avec netteté le moindre processus d'œdème qui échapperait totalement sur les coupes.

La facilité d'un tel examen biomicroscopique, la précision de ses résultats, son caractère économique, la possibilité de le répéter indéfiniment, tous les jours si l'on veut, pendant de longs mois, en fait, à notre avis la méthode de choix, la plus pratique et la plus efficace, pour l'essai biologique des poussières minérales.

Discussion de la méthode

Strictement parlant, la méthode proposée ici montre l'action sur le tissu cornéen des particules minérales essayées. Dans quelles mesures peut-on en tirer des conclusions plus étendues sur les tissus en général ? La question est d'importance.

Le parenchyme cornéen est fait, on le sait, de faisceaux conjonctifs séparés par des fentes remplies d'une lymphe assimilable à l'humeur aqueuse. Accolées aux faisceaux collagènes, les cellules cornéennes sont en contact avec la lymphe de ces fentes. Dans la cornée il n'y a pas de trace quelconque de capillaires sanguins. Les nutriments du tissu cornéen lui parviennent par diffusion à partir des vaisseaux du limbe. Assimilable à un tissu conjonctif typique, mais pur en quelque sorte, sans vaisseaux, la cornée apparaît par cela même comme un réactif particulièrement sensible pour l'étude de l'action des minéraux sur le tissu conjonctif en général. Les phénomènes qu'on observe à son niveau sont transposables à tous les tissus conjonctifs. Seuls, seront en dehors des conclusions permises, les processus vasculaires. Par contre, les phénomènes de gonflement, d'imbibition, d'œdème, les réactions fibroblastiques, les processus d'entraînement par la lymphe, les scléroses cicatricielles, pourront être observées avec une netteté particulière, précisément parce qu'ils ne seront pas perturbés par des processus vasculaires. Biologiquement parlant, il semble donc justifié de tirer

des conclusions générales des faits particuliers révélés au niveau de la cornée par l'emploi de cette méthode.

Il faut noter, de plus, qu'il y a lieu de comparer entre eux les résultats donnés par des minéraux différents sur le même tissu, le tissu cornéen, et de toujours prendre un témoin parmi les poussières reconnues inertes. Les différences observées — et nous verrons qu'elles sont considérables souvent — permettent évidemment de tirer des conclusions valables sur la nocivité propre des divers minéraux. Or — nous l'avons déjà dit —, le point essentiel que l'expert désire préciser pratiquement, c'est tout d'abord si un minéral donné est nocif pour le tissu conjonctif. Le second stade à franchir n'est autre que celui qui sépare l'expérimentation de la clinique. Il est possible que telle substance, nocive dans les conditions de l'expérience, puisse être inhalée sans trouble apparent, dans la pratique industrielle. Les appréciations apportées ici ne sortent pas encore du cadre de l'expérimentation ; elles ne sont portées que par rapport à un test biologique bien défini : la méthode de la biomicroscopie cornéenne. Il est bien certain néanmoins qu'elles ouvrent la voie à de nouvelles recherches et que, par là, leur utilité ne saurait être contestée.

RESULTATS

Ils seront exposés dans l'ordre suivant :

- I. — Groupe de la Silice ;
- II. — Groupe du Carbone ;
- III. — Minerais métalliques ;
- IV. — Minéraux divers ;
- V. — Roches.

Pour terminer, ces diverses espèces minérales seront groupées en trois catégories, d'après leur nocivité par rapport au test biologique employé.

L'ordre adopté ici paraîtra certainement arbitraire au minéralogiste. Bien que nous nous en soyons évidemment inspirés, nous avons cru bon de rejeter une classification purement minéralogique. Outre qu'il en existe plusieurs ayant chacune leurs partisans, la compréhension de telles classifications exige des connaissances spéciales, en dehors du cycle normal des études médicales. L'ordre alphabétique a été également repoussé, car il aurait rendu trop monotone l'énumération de ces résultats et aurait inévitablement dispersé des minéraux ayant d'évidentes affinités. Voici brièvement exposées les raisons qui nous ont dirigé :

— Il paraît logique de réunir dans le premier groupe les minéraux ou roches composés en totalité

ou pour leur plus grande partie de silice (SiO_2). De plus, l'on ignore point l'intérêt tout particulier qu'a suscité la silicose dans la médecine du travail. La somme des travaux effectués sur ce sujet est considérable.

— Dans le deuxième groupe nous avons réuni le graphite, charbon cristallisé, aux charbons fossiles qui sont tous des combustibles minéraux.

— Les divers minerais métalliques étudiés devaient logiquement former un groupe à part ; nous les avons réunis dans le troisième.

— Le quatrième groupe comprend tous les minéraux qui n'entraient point dans les groupes précédents.

— Nous apportons enfin dans le dernier groupe les résultats des essais effectués avec trois variétés de grès d'origines géographiques différentes.

Une courte analyse des résultats suivra l'exposé de chaque groupe.

A propos de chacun des minéraux étudiés nous donnerons de plus :

- leur composition chimique (formule générale) ;
- leur origine ;

— un bref rappel de leurs usages principaux ; ceci afin de faire ressortir l'intérêt que présente l'étude de la nocivité de leurs poussières.

Pour faciliter au lecteur la recherche d'un résultat désiré, on trouvera à la fin de ce travail un index alphabétique des minéraux étudiés.

I. — Groupe de la silice

— CALCÉDOINE.

Composition : Silice anhydre avec des impuretés.

Origine : Vallacari, près Madrid.

Usages : La Calcédoine est le nom générique de diverses variétés utilisées comme pierres précieuses : cornaline, sardoine, héliotrope, chrysopase. Elle représente le type le plus net de silice cryptocristalline, qui est si commune dans beaucoup de roches complexes.

— Réaction faible au début, allant en s'accroissant. Après 11 jours, l'œdème et l'infiltration cellulaire augmentent encore. Tous deux ont leur maximum après 3 semaines avec un très fort œdème local et à distance, et une infiltration grise accentuée, localement et à distance. Après 1 mois, diminution légère de la réaction. Mais celle-ci persiste encore, accentuée après 10 semaines. Peu à peu, l'infiltration grisâtre fait place à un trouble cornéen blanc, rétracté, de type cicatriciel qui demeure inchangé après 4 mois. Aucune diminution nette des grains minéraux.

— FLINT *commercial anglais*.

Composition : Silex (Silice anhydre) broyé en fine poussière.

Usages : Utilisé dans l'industrie de la porcelaine.

— Réaction précoce, très forte et très étendue, avec œdème accentué et forte infiltration grisâtre locale et à distance. Maximum au bout de 10 jours environ, puis lente diminution. Après 25 jours, encore un peu d'œdème. L'infiltration grisâtre persiste en se transformant progressivement, après 2 mois environ, en une taie blanchâtre et rétractée. Il semble y avoir, dès le deuxième mois, une diminution sensible des grains minéraux. Après 4 mois, on n'en constate presque plus.

— KIESELGUHR *commercial allemand (Tripoli)*.

Composition : Terre à diatomées.

Usages : Utilisé comme absorbant, poudre à polir, milieu filtrant, dans l'industrie des colorants, etc.

— Réaction initiale légère avec œdème très faible et sans extension. Vers le douzième jour, apparition progressive d'une infiltration gris blanchâtre, localement et surtout à distance, formant un halo autour du dépôt, sans œdème net. Après 1 mois, ce halo en couronne est encore plus accentué : il occupe le tiers antérieur du parenchyme cornéen. Cet état de choses persiste sans diminution pendant plus de 6 mois ; de temps en temps, apparition d'un œdème fugace et très localisé. L'infiltration, pendant ce laps de temps, est restée grisâtre, sans évoluer nettement vers la forme cicatricielle.

— OPALE NOBLE.

Composition : Silice hydratée, amorphe.

Origine : Queensland, Australie.

Usages : Pierre précieuse, étudiée ici comme type de silice naturelle hydratée amorphe. N'a pas d'application industrielle proprement dite.

— Pas de réaction au début. Vers le douzième jour, infiltration grise en halo, assez accentuée mais d'étendue assez faible. Peu d'œdème. Cette réaction est de très longue durée. Après 2 mois elle présente la même intensité qu'au début. Peu à peu, l'infiltration grisâtre fait place à une opacité cicatricielle blanchâtre, persistant encore après 6 mois.

— QUARTZ.

Composition : Silice pure cristallisée.

Origine : Madagascar.

Usages : Utilisé dans l'industrie du quartz fondu, pour l'obtention de silice fondue transparente (lampes à vapeurs de mercure, instruments de laboratoire, etc.).

— Très faible réaction initiale. Par contre, vers le douzième jour, début d'un trouble blanchâtre au niveau du dépôt, s'étendant surtout en profondeur, avec un peu d'œdème. Après 2 mois, le trouble gagne à distance, autour du dépôt. Après 4 mois, le trouble s'est encore étendu, localement et à distance ; l'ensemble forme un nuage dans lequel on voit mal les grains minéraux. Après 6 mois, le trouble paraît être en diminution et la cornée plus claire.

— QUARTZITE DU RAND.

Composition : Silice anhydre.

Origine : Nourse Mine, Johannesburg.

Usages : Cette quartzite constitue la gangue fondamentale des minerais aurifères du Witwatersrand, en Afrique du Sud. Elle est à l'origine de la silicose des mines d'or de cette région.

— Réaction initiale peu marquée mais étendue à distance du dépôt. Cette réaction persiste avec œdème et trouble de la transparence. Après 10 jours, encore de l'œdème et une infiltration grise marquée, s'étendant à distance, en collerette. Après 20 jours l'œdème a disparu, mais il persiste une infiltration grise locale et à distance, encore plus accentuée. Après 1 mois les particules minérales ne paraissent pas diminuées ; l'infiltration persiste assez marquée localement et à distance. Après 6 semaines, même état. Après 2 mois, l'infiltration a pris le type d'un flou cicatriciel qui persiste sans modification après 4 mois. L'absorption des particules minérales s'est montrée très réduite.

Analyse des résultats

Il apparaît que tous les minéraux ou roches, formés de silice libre, ont donné une réaction interstitielle de la cornée accentuée et durable.

L'apparition de cette réaction s'est produite lentement d'une façon générale. Le Flint seul fait exception par la précocité de la réaction provoquée.

On note la persistance d'un trouble cicatriciel net, après un temps allant de 4 à 6 mois, pour : Calcédoine, Flint, Opale et Quartzite.

L'absorption des particules minérales s'est montrée :

- nulle, pour Calcédoine, Kieselguhr, Quartz ;
- très réduite, pour la Quartzite du Rand ;
- très nette pour le Flint, qui occupe encore à ce point de vue une place à part.

II. — Groupe du carbone ⁽¹⁾

1. GRAPHITES

Composition : Carbone presque pur, avec des impuretés : silice, oxyde de fer.

Usages : Fabrication des crayons, des creusets, de certaines peintures. Utilisé également pour le graissage des engrenages ; comme électrode dans les fours électriques.

Origine : Sera donnée avec chaque variété.

— GRAPHITE DE BOHÈME (Matières Volatiles : 5,6 ; Cendres : 54,40).

Traces d'œdème pendant 3 jours. Puis, plus aucune réaction. Cornée parfaitement claire.

— GRAPHITE DE CEYLAN (M. V. : 0,2 ; C. : traces).

Traces d'œdème pendant 3 jours. Puis, cornée normale, toujours parfaitement claire.

2. CHARBONS DURS

Composition : Les charbons durs ou anthracites contiennent de 80 à 95 % de carbone.

(1) Ces données sont extraites d'un mémoire de MM. A. Policard et J. Rollet, actuellement en cours de publication dans les *Archives des Maladies Professionnelles*.

Origine : Elle sera donnée avec chaque variété.

— ANTHRACITE ANGLAIS (M. V. : 6,7 ; C. : 2,3).

Réaction œdémateuse pendant 1 mois. Flou cornéen local pendant 2 mois. Pas de taie persistante.

— ANTHRACITE FRANÇAIS. *Rochebelle* (M. V. : 10,1 ; C. : 9,3).

Œdème pendant 6 semaines. Flou cornéen local persistant après 11 semaines.

— ANTHRACITE DU TONKIN. *Dong-Trieu* (M. V. : 4 ; C. : 4,3).

Pas d'œdème. Léger flou cornéen local persistant après 11 semaines.

3. CHARBONS TENDRES

Composition : Ces charbons comprennent diverses variétés de houille contenant de 70 à 90 % de carbone.

Usages : Combustibles de valeur calorifique moyenne.

Origine : Elle sera donnée avec chaque variété.

— CHARBON SUÉDOIS. *Höganäs*.

Aucune réaction. Pas d'œdème. Cornée toujours parfaitement claire. Pas de diminution sensible des grains minéraux (expérience de 6 mois).

— CHARBON SUÉDOIS. *Billenström* (M. V. : 37,50 ; C. : 2,25).

Traces d'œdème pendant 2 semaines. Cornée constamment claire. Aucun flou.

— CHARBON FRANÇAIS. *Flotard (Lentilles Sainte-Marie)*. (M. V. : 28,3 ; C. : 8,1).

Œdème pendant 4 semaines. Léger flou ayant totalement disparu après 5 semaines.

— CHARBON FRANÇAIS. *Saint-Louis (Méons. Grains)*.
(M. V. : 14,2 ; C. : 10,6).

Œdème pendant 1 semaine. Flou cornéen disparu totalement après 5 semaines.

— CHARBON FRANÇAIS. *Chatelus (Loire)*. (*Fins* : 0,8).
(M. V. : 17 ; C. : 18,4).

Œdème pendant une douzaine de jours. Flou cornéen disparu après 6 semaines.

— CHARBON FRANÇAIS. *Saint-Louis (Méons. Fins* : 0,8).
(M. V. : 13,2 ; C. : 19,3).

Œdème pendant 1 semaine. Flou cornéen disparu après 4 semaines.

4. LIGNITES

Composition : Ce sont des houilles imparfaites où le carbone entre dans la proportion de 55 à 75 %.

Usages : Combustibles de valeur calorifique faible.

Origine : La lignite de Sigonce (France) a été la seule étudiée.

— LIGNITE DE SIGONCE (M. V. : 45,2 ; C. : 28,9).

Œdème très accentué pendant 4 semaines environ. Flou cornéen pendant 3 à 4 semaines. Puis, cornée parfaitement normale.

Analyse des résultats

Graphites. — La réaction cornéenne a été presque nulle avec les deux types expérimentés. On peut donc

considérer le graphite comme un minéral inerte, sans action sur le tissu conjonctif.

Charbons durs. — Les anthracites français et tonkinois ont donné lieu à une réaction nette du tissu cornéen, avec œdème très accentué et formation d'une taie persistant plus de 2 à 3 mois. Avec l'anthracite anglais la réaction s'est montrée plus faible et n'a point laissé après elle de trouble persistant. Donc, il semble bien que l'on doive considérer les variétés française et tonkinoise comme plus nocives que la variété anglaise.

Charbons tendres. — Les deux échantillons de charbons suédois très purs n'ont provoqué que des réactions presque nulles du tissu conjonctif. Il est permis de les considérer comme biologiquement inertes.

Les charbons français ont tous provoqué des réactions réduites et de même type : œdème initial durant de une à quatre semaines, et léger flou cornéen durant au maximum six semaines. En somme, ils possèdent une action nocive minime, n'amenant pas la formation de trouble persistant.

Lignites. — La lignite a donné lieu à une réaction du tissu cornéen, assez accentuée au début, mais disparaissant après quatre semaines sans laisser aucune trace. Son action nocive apparaît donc minime.

III. — Minerais métalliques

Les résultats fournis par les minerais de cobalt seront exposés en premier lieu, car ils méritent une place à part. On connaît, en effet, l'action nocive, et spécialement cancérigène, des poussières de smaltine, ou arséniure de cobalt, telle qu'elle a été signalée depuis longtemps dans les mines de l'Erzgebirge (Schneeberg, Joachimsthal).

1. MINERAIS DE COBALT

— SMALTINE de Bou-Azer (*Maroc*).

Composition : Arséniure de cobalt.

Usage : Minerai de cobalt.

Progressivement, en une quinzaine de jours environ, installation d'une réaction très forte, très étendue, caractérisée par un œdème très accentué et par une infiltration cellulaire grisâtre. Cornée entièrement trouble ; conjonctive rouge, œdémateuse, sécrétante. Vers le vingtième jour, diminution de l'œdème, mais persistance du trouble cornéen et de l'infiltration autour du dépôt. A ce moment également, apparition à partir du limbe, de vaisseaux cornéens qui, peu à peu, avancent vers le dépôt. Vers le trentième jour, plus de réaction conjonctivale. Cornée redeve-

nue claire sauf au niveau du dépôt où elle demeure épaisse, vascularisée, opaque au niveau du dépôt et autour de lui. Après 90 jours, même état. A partir de 120 jours, atténuation des phénomènes, mais persistance d'une forte opacité cornéenne avec quelques vaisseaux.

— SMALTINE de Cobalt (*Ontario, Canada*).

La réaction locale (œdème, infiltration cellulaire grisâtre) commence assez lentement, mais devient progressivement très forte et très étendue, autour du dépôt. L'infiltration cellulaire dessine autour de celui-ci une collerette grisâtre s'étendant loin à distance. La réaction atteint son maximum après 15 jours et persiste dans le même état pendant plus de 6 semaines. Elle diminue ensuite lentement en laissant une opacité cornéenne persistante.

— SMALTINE de Schneeberg (*Saxe*).

Réaction précoce, progressivement croissante, avec œdème et infiltration cellulaire au niveau du dépôt et autour de lui. Maximum de la réaction après un mois. Puis lente diminution à partir de la sixième semaine. Après 2 mois, encore une forte infiltration. Après 3 mois, persistance sans modification d'une taie blanchâtre cicatricielle. Aucune diminution apparente du dépôt par disparition ou dispersion des particules minérales.

— COBALTINE.

Composition : Sulfo-arséniure de cobalt.

Origine : Daschkessan, Tiflis (Caucase).

Usage : Minerai de cobalt.

Œdème minime pendant 10 jours. Ensuite flou

cornéen pendant un mois environ, s'atténuant ensuite progressivement. Les grains persistent sans diminuer ni se déplacer.

2. MINÉRAIS DIVERS

— BLENDE.

Composition : Sulfure de zinc, souvent accompagné de galène et de fer.

Origine : Santander (Espagne).

Usage : Extraction du zinc. Minéral le plus important.

— Réaction pratiquement nulle. Pas d'œdème. Pas d'infiltration. La cornée reste constamment claire. On note un essaimage caractéristique des particules minérales.

— CASSITÉRITE.

Composition : Oxyde d'étain.

Origine : Cordoba (Espagne).

Usage : Extraction de l'étain.

— Réaction forte. Œdème notable. Infiltration accentuée localement et à distance, formant un halo gris autour du dépôt. L'œdème et l'infiltration durent plus de 6 semaines. Après 3 mois, la cornée est redevenue à peu près transparente.

— CINABRE.

Composition : Sulfure de mercure.

Origine : Almaden (Espagne).

Usages : On en extrait pratiquement tout le mercure du commerce. La peinture vermillon est également préparée à partir de ce minéral.

— Réaction légère avec œdème et infiltration cellulaire. Cette réaction dure peu. Après 3 semaines, elle a pratiquement disparu. La cornée demeure parfaitement normale.

— CRYOLITHE.

Composition : Fluorure de sodium et d'aluminium.

Origine : Ivighut (Groenland).

Usages : Extraction de l'aluminium. Fabrication des sels de sodium et d'aluminium et du verre blanc porcelainé.

— Forte réaction avec œdème accentué. Infiltration cellulaire locale et étendue à distance. Œdème et infiltration durent un mois environ. (Animal mort d'accident après 6 semaines).

— FER OLIGISTE.

Composition : Oxyde de Fer (Fe_2O_3).

Origine : Ile d'Elbe.

Usage : Extraction du Fer dont il renferme 70 %.

— Réaction très faible. Un peu d'œdème disparu au huitième jour. Pas de trouble cornéen, à aucun moment. Pas d'absorption ni de déplacement des particules. Aucun trouble persistant.

— PECHBLENDE.

Composition : Uranate d'uranyle.

Origine : Okankolobove, Katanga (Congo belge).

Usage : Principale source d'extraction du Radium.

— Réaction précoce avec œdème et trouble faible au niveau du dépôt et à une petite distance autour. Diminution après 12 jours. Cornée redevenue normale et parfaitement claire après 4 semaines.

— PYRITE.

Composition : Sulfure de Fer.

Origine : Mines de Sain-Bel, près Lyon.

Usage : Fabrication de l'acide sulfurique.

— Réaction faible. Œdème léger mais persistant pendant 15 jours. Infiltration grise au niveau du dépôt. Au trentième jour, la cornée est redevenue parfaitement claire.

— RUTILE.

Composition : Dioxyde de Titane.

Origine : Saint-Yriex.

Usage : Extraction du Titane.

— Réaction très faible. Presque pas d'œdème. La cornée reste claire. On note une migration assez accentuée des grains, qu'on retrouve très loin dans la cornée à une distance égale à 4 ou 5 fois la longueur du dépôt.

— SMITHSONITE.

Composition : Carbonate de zinc.

Origine : Tunisie.

Usage : Extraction du zinc.

— Réaction extrêmement faible. Œdème presque insignifiant. Pas d'infiltration. Après 20 jours environ, la cornée est redevenue normale. Pas de résorption ni de déplacement des particules.

Analyse des résultats

1. *Minerais de cobalt*. — Les poussières des trois smaltines, d'origines très différentes, ont toutes donné lieu à des réactions très accentuées, d'appari-

tion précoce et laissant après elles une taie cicatricielle. Ce minéral doit donc être considéré comme très nocif pour le tissu conjonctif. En opposition avec ces résultats, la poussière de cobaltine, ne différant de la smaltine que parce qu'elle est un sulfo-arséniure au lieu d'être un arséniure de cobalt simple, n'a provoqué qu'une réaction tout à fait légère, insignifiante par rapport à celle de la smaltine.

Il y a lieu de remarquer que ces smaltines, comme la cobaltine, ne présentaient aucune radio-activité (aucune action sur une plaque photographique en 15 jours). Par contre, les poussières de pechblende, minéral d'uranium fortement radio-actif, se sont montrées très peu nocives et n'ont donné lieu qu'à une réaction cornéenne faible. A la différence de la nature chimique, le pouvoir radio-actif ne paraît donc pas intervenir dans l'action nocive précoce que la smaltine exerce sur le tissu conjonctif avasculaire de la cornée.

2. *Minerais divers.* — Notons tout d'abord que les deux minerais de zinc expérimentés : Blende et Smithsonite, n'ont donné lieu qu'à des réactions pratiquement nulles du tissu conjonctif cornéen.

Les deux minerais de Fer : Fer oligiste et Pyrite, n'ont provoqué que des réactions minimales et même pratiquement nulles en ce qui concerne le premier de ces minerais.

Enfin, les autres minerais expérimentés ont donné lieu à des réactions d'intensité variable :

— nulle pratiquement pour le Rutile ;

— minimales pour le Cinabre, la Pechblende et la Cryolithe ;

— plus marquée pour la Cassitérite.

En résumé, il semble bien que tous ces divers minerais métalliques n'aient qu'une action nocive minime et souvent nulle vis-à-vis du tissu conjonctif.

IV. — Minéraux divers

— AMIANTE.

Composition : Minéral du genre Abeste, à structure fibreuse, formé par des silicates de chaux, de magnésie et de fer.

Origine : Termignon (Savoie).

Usages : Fabrication de matériel ignifugé ; revêtement des patins de freins. On tisse les fibres d'amiante pour faire des couvertures spéciales, des toiles protectrices, des tentes. Utilisée également pour la fabrication de peintures ignifugées et de ciments spéciaux.

— Réaction nette. Infiltration grise locale et à distance. Œdème très faible. Cette réaction dure longtemps. Elle existe encore après 2 mois sans modification. Elle apparaît comme un trouble grisâtre local et étendu à distance du dépôt. Persistance des particules minérales sans résorption ni déplacement.

— BIOTITE.

Composition : Minéral de la famille des Micas, formé par du silicate d'alumine ferro-magnésien.

Origine : Mazuteaud, près Limoges.

Usages : Les usages des minéraux de la famille des Micas seront donnés avec la Muscovite, le plus anciennement utilisé.

— Réaction extrêmement faible, très passagère, avec un peu d'infiltration cellulaire. Après 15 jours, la cornée est redevenue parfaitement normale. Pas de résorption sensible des particules.

— CALCITE COMMUNE.

Composition : Carbonate de chaux. Le genre calcite comprend une grande quantité d'espèces. La plus pure est le Spath d'Islande ; nous citerons aussi les divers marbres, variétés plus ou moins pures.

Origine : Savernes (Puy-de-Dôme).

Usages : Les variétés argileuses sont cuites pour la fabrication du ciment. Des variétés plus pures sont utilisées dans diverses industries : carbure de calcium, verres, savons, papiers, peintures, etc. La pierre à chaux est utilisée également pour la construction des routes, avec du goudron. Le marbre et les variétés les plus résistantes sont d'importants matériaux de construction et d'ornementation. Le carbonate de calcium est utilisé comme fondant en métallurgie. Signalons encore que certaines variétés à grains fins (pierre lithographique) sont utilisées dans l'imprimerie et que les espèces transparentes (spath d'Islande) servent à la fabrication d'appareils d'optique.

— Réaction initiale minime. Après 3 jours, trouble très faible de la cornée au niveau de l'insertion. Tout autour, légère infiltration peu étendue, formant une fine collerette. Pas d'œdème sensible. Cette situation persiste sans changement pendant plusieurs mois. Pendant ce temps, disparition progressive des grains minéraux. Après 3 mois, on n'en trouve plus trace.

Il reste au lieu d'insertion un flou cicatriciel insignifiant.

— DOLOMIE.

Composition : Carbonate de chaux et de magnésie, le plus souvent dans la proportion de 54,35 % du premier carbonate contre 45,65 % du second.

Origine : Salles-la-Source (Aveyron).

Usages : Matériau de construction très important ; également utilisé pour les revêtements réfractaires des fours et comme source de gaz carbonique.

— Réaction légère avec très peu d'œdème. Cette réaction persiste durant 3 semaines environ.

— KAOLIN.

Composition : Silicate d'alumine hydraté.

Origine : Saint-Anstell (Devonshire).

Usages : Fabrication de la porcelaine ; également utilisé dans l'industrie du papier, des peintures et des gommes.

— Réaction nette mais faible avec infiltration légère mais assez durable. Après 6 semaines, cette réaction persiste encore.

— LÉPIDOLITE.

Composition : Silicate d'alumine, de potasse et de lithium. Minéral de la famille des Micas.

Origine : Ambazac (Haute-Vienne).

Usages : Variété de Mica.

— Réaction très légère, avec un peu d'infiltration au niveau du dépôt, mais peu d'œdème. La réaction dure peu. Après 15 jours la cornée est redevenue parfaitement normale.

trouble réactionnel a presque complètement disparu. Après 4 semaines, la cornée est redevenue parfaitement claire ; les grains minéraux s'y voient avec netteté. L'absorption des particules est très lente et très réduite. Après 6 mois, il en persiste la plus grande partie.

— SILLIMANITE.

Composition : Silicate d'alumine.

Origine : Ceylan.

Usages : Fabrication des matériaux réfractaires ; remplace souvent la porcelaine dans l'appareillage électrique.

— Réaction pratiquement nulle. La cornée reste constamment claire. Pas d'infiltration ni d'œdème.

— TALC.

Composition : Silicate hydraté de magnésie.

Origine : Cussac (Haute-Vienne).

Usages : Utilisé comme isolant, comme lubrifiant, comme charge dans l'industrie du papier, comme matériel réfractaire, en parfumerie, etc.

— Faible réaction initiale ; mais après 6 jours, apparition d'œdème et d'infiltration grisâtre, locale et étendue à distance. Cette réaction cesse d'augmenter vers le dixième jour, mais persiste jusqu'au vingtième jour environ. A partir de ce moment, diminution progressive. Après 1 mois, la réaction cornéenne a presque disparu ; il ne reste qu'un flou léger. Les particules minérales persistent intactes, sans trace d'absorption. On les retrouve identiques après 2 mois.

— TERRE A FOULON.

Composition : Silicate d'alumine hydraté avec des impuretés comme quartz, mica, glauconite.

Origine : Bollène (Vaucluse).

Usages : Ses propriétés absorbantes la font utiliser pour le dégraissage de la laine. Son usage moderne est dans le raffinage des huiles et des graisses.

— Aucune réaction cornéenne dans les premiers jours. Après 12 jours, réaction blanchâtre assez marquée mais localisée. Cette réaction persiste longtemps sans changement. Après 2 mois, il existe toujours une collerette autour du dépôt. Après 4 mois, on note un nuage grisâtre de type fibreux, cicatriciel. Même aspect après 6 mois. On peut le considérer comme persistant.

Analyse des résultats

Parmi les divers minéraux ou roches que nous venons d'étudier, il faut tout d'abord faire une place à part, à deux d'entre eux :

— la Sillimanite, dont l'action nocive sur le tissu cornéen s'est montrée pratiquement nulle ;

— la Terre à foulon, qui a donné lieu, au contraire, à une réaction accentuée et prolongée du tissu conjonctif cornéen, avec persistance d'un trouble cicatriciel. Cette action peut être comparée à celle de la silice en général ; d'ailleurs, la Terre à foulon renferme, parmi d'autres impuretés, du quartz composé, on le sait, de silice pure.

Tous les autres minéraux expérimentés peuvent être considérés comme nocifs, à des degrés divers, vis-à-vis du tissu conjonctif.

1) Ceux dont l'action est la plus réduite sont :

— les quatre minéraux de la famille des Micas : Biotite, Lépидолite, Muscovite et Séricite ;

— la Calcite et la Dolomie.

La durée des réactions qu'ils provoquent n'excède pas 4 semaines, la Calcite mise à part. Dans ce dernier cas, en effet, la réaction, bien que très minime, se prolonge durant plusieurs mois.

Le début de ces réactions s'est montré généralement précoce, à une exception près : le cas de la Muscovite où l'apparition est, au contraire, tardive (après le douzième jour).

2) Manifestent une nocivité plus marquée : l'Amiante, le Kaolin, la Magnésite, la Rhodonite et le Talc. Ces cinq minéraux ont donné lieu à des réactions nettes du tissu cornéen, persistant au minimum un mois et se prolongeant souvent plusieurs mois.

On note la persistance de troubles cicatriciels, après 1 mois, dans le cas de la Rhodonite, et après 3 mois dans le cas de la Magnésite. L'apparition de ces réactions a été :

— soit précoce : Amiante, Kaolin, Rhodonite ;

— soit tardive : Magnésite, Talc.

Enfin, au point de vue de l'absorption des particules minérales, nous retiendrons qu'elle s'est montrée :

— totale avec la Calcite ;

— assez forte avec la Muscovite ;

— très réduite avec la Séricite.

V. — Roches

Seules, trois variétés de Grès, d'origines géographiques différentes, ont été expérimentées.

Composition : Les Grès sont des roches essentiellement composées de quartz en grains agglomérés. Il en existe une foule de variétés contenant avec du quartz, du schiste, du feldspath, du mica, de l'argile, du calcaire, etc.

Usages : Le Grès des Vosges est employé dans les constructions. Avec les Grès argileux à grains fins on fait les pierres à aiguiser. Les Grès se rencontrent fréquemment dans les terrains carbonifères où l'on est obligé de les attaquer pour percer les galeries de mine.

— GRÈS VOSGIEN. — *Origine* : Saint-Christophe (Meurthe-et-Moselle).

— Réaction forte avec infiltration accentuée localement et à distance, mais très peu d'œdème. L'infiltration à distance forme un nuage que l'on retrouve pendant près de deux mois. Il persiste une taie cicatricielle blanchâtre qui entoure le dépôt comme d'un anneau.

— GRÈS DE MONTRAMBERT. — Loire.

— Réaction assez marquée avec œdème léger, mais infiltration assez accentuée localement et à distance.

Cette réaction dure peu. Elle a disparu à peu près complètement après 3 semaines. La cornée redevient parfaitement claire.

— GRÈS DE BESSÈGES. — Gard.

— Réaction assez faible, sans œdème. Après 1 mois la cornée est redevenue parfaitement claire. Elle l'est encore après 3 mois.

Analyse des résultats

— Le Grès Vosgien s'est montré nettement nocif vis-à-vis du tissu conjonctif cornéen. Seul, il a provoqué une réaction accentuée, durable, laissant après elle un trouble cicatriciel persistant.

— Les deux autres variétés n'ont donné lieu qu'à des réactions pratiquement minimales, dont la durée n'excède pas 1 mois. Leur nocivité doit donc être considérée comme faible.

Groupement suivant leur nocivité des espèces minéralogiques expérimentées

Les divers minéraux ou roches expérimentés peuvent être classés, d'une façon générale, en trois catégories :

CATEGORIE A

Minéraux inertes, ne donnant lieu pratiquement à aucune réaction du tissu cornéen environnant.

— GROUPE DU CARBONE :

Graphites :

de Bohême ;

de Ceylan.

Charbons suédois :

de Höganäs ;

de Billenström.

— MINÉRAIS MÉTALLIQUES :

Minerais de Zinc :

Blende ;

Smithsonite.

Fer oligiste.

Rutile.

— MINÉRAUX :

Sillimanite.

CATEGORIE B

Minéraux ne donnant lieu qu'à une réaction minime, sans trace persistante.

— GROUPE DU CARBONE :

Anthracite anglais.

Charbons tendres français (4 variétés).

Lignite de Sigonce.

— MINÉRAIS MÉTALLIQUES :

Cassitérite.

Cinabre.

Cobaltine.

Cryolithe.

Pechblende.

Pyrite.

— MINÉRAUX DIVERS :

Famille des Micas (Biotite, Lépido-
lite, Séricite).

Amiante.

Calcite.

Dolomie.

Kaolin.

Magnésite.

Rhodonite.

Talc.

— ROCHES :

Grès :

de Bessèges ;

de Montrambert.

CATEGORIE C

Minéraux donnant lieu à une réaction accentuée
et laissant souvent des traces persistantes.

— GROUPE DE LA SILICE :

Calcédoine.

Flint.

Kieselguhr (Terre à diatomées).

Opale.

Quartz.

Quartzite.

— GROUPE DU CARBONE :

Anthracite français.

Anthracite tonkinois.

— MINÉRAIS MÉTALLIQUES :

Smaltines de :

Bou-Azer (Maroc) ;

Cobalt, Ontario (Canada) ;

Schneeberg (Saxe).

— MINÉRAUX DIVERS :

Terre à foulon.

— ROCHES :

Grès Vosgien.

CONCLUSIONS

I. — Dans la détermination des lésions des pneumoconioses, le facteur de nocivité des diverses variétés minéralogiques de poussières vis-à-vis du tissu conjonctif, joue un rôle essentiel. En pratique médicale industrielle, il est important d'être fixé sur cette nocivité, pour les poussières rencontrées dans les différentes industries.

II. — Un procédé commode et rapide pour apprécier cette nocivité consiste à insérer aseptiquement dans la cornée du Lapin, une trace de la poussière considérée, et à suivre au biomicroscope cornéen de Gullstrand les réactions qui se produisent autour du dépôt, dans le tissu conjonctif avasculaire cornéen. Ce procédé a été appliqué à un certain nombre d'espèces minéralogiques, éléments des diverses poussières rencontrées dans beaucoup d'industries minières.

III. — Suivant leur nocivité on peut classer les minéraux examinés en trois catégories :

A. — Minéraux inertes, ne donnant lieu pratiquement à aucune réaction du tissu cornéen environnant.

Exemple : Charbon ordinaire, Fer oligiste.

B. — Minéraux ne donnant lieu qu'à une réaction minime ne laissant aucune trace persistante.

Exemple : Cassitérite, Cryolithe, Rhodonite.

C. — Minéraux donnant lieu à une réaction accentuée laissant souvent des traces définitives.

Exemple : Diverses variétés de Silice : Quartz, Calcédoine, Opale, Flint, Terre à diatomées — Smaltines (Arséniures de cobalt) de diverses origines géographiques.

Vu :

Le Doyen,

JEAN LEPINE.

Vu :

Le Président de la Thèse,

A. POLICARD.

Vu et permis d'imprimer :

Lyon, le 18 Octobre 1939.

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,

A. LIRONDELLE.

BIBLIOGRAPHIE

On ne signale ici que les travaux directement consultés sur la méthode de la biomicroscopie cornéenne.

POLICARD (A.) et ROLLET (J.). — Réactions du tissu cornéen vis-à-vis des particules minérales siliceuses. *Bull. Hist. Appl.*, Tome VIII, 1931, p. 52.

— Sur l'action des diverses poussières minérales sur le tissu conjonctif, étudiée à l'aide du biomicroscope cornéen. *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie* (séance du 11 mars 1939), Tome CXXX, 1939, p. 954.

— Appréciation du pouvoir nocif des poussières minérales, par l'emploi du biomicroscope cornéen. Résultats obtenus. *Bulletin de l'Académie de Médecine* (séance du 10 octobre), Tome 122, 1939, p. 268.

— Etude par biomicroscopie cornéenne de l'action des poussières de minerais de cobalt (Smaltine et Cobaltine) sur le tissu conjonctif. *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie* (séance du 21 octobre 1939).

— Etude expérimentale de l'action de diverses variétés de charbon sur le tissu conjonctif. In *Archives des Maladies professionnelles* (sous presse).

Les renseignements d'ordre minéralogique sont extraits de :

Rutley's Elements of Mineralogy, par H. H. READ (23^e édition). Editeur : Thomas Murby and C^o, Londres).

INDEX ALPHABÉTIQUE DES MINÉRAUX EXPÉRIMENTÉS

Amiante	41	Lépidolite	43
Anthracite anglais ..	31	Lignite	32
Anthracite français ..	31	Magnésite	41
Anthracite tonkinois ..	31	Muscovite	44
Biotite	41	Oligiste	37
Blende	36	Opale	27
Calcédoine	25	Pechblende	37
Calcite	42	Pyrite	38
Cassitérite	36	Quartz	27
Charbons français ...	32	Quartzite	28
Charbons suédois ...	31	Rhodonite	45
Cinabre	36	Rutile	38
Cobaltine	35	Sillimanite	46
Cryolithe	37	Smaltines ... 34 et	35
Dolomie	43	Séricite	45
Fer oligiste	37	Smithsonite	38
Flint	26	Talc	46
Graphites	30	Terre à diatomées ..	26
Grès 49 et	50	Terre à foulon	47
Kaolin	43	Tripoli	26
Kieselguhr	26		

TABLE DES MATIERES

Position du problème	9
I. — Nécessité d'un test biologique pour apprécier la nocivité des poussières	10
II. — Historique des méthodes expérimentales ..	11
La méthode de la biomicroscopie cornéenne	17
Technique utilisée	17
Caractères des réactions	18
Discussion de la méthode	21
Résultats	23
I. — Groupe de la silice	25
II. — Groupe du carbone	30
III. — Minerais métalliques	34
IV. — Minéraux divers	41
V. — Roches	49
Groupement suivant leur nocivité des espèces miné- ralogiques expérimentées	51
CONCLUSIONS	55
BIBLIOGRAPHIE	57
INDEX ALPHABÉTIQUE	59



BOSC FRÈRES, M. & L. RIOU

°° °° °° IMPRIMEURS-ÉDITEURS °° °° °°

°° 42, QUAI GAILLETON, 42 °°

°° °° °° °° LYON °° °° °° °°



